基于社交平台谣言管控策略的多阶段博弈演化研究*

杨仁彪[1] 尹春晓[2]

(1.西南大学 计算机与信息科学学院，重庆 400715；2.西南大学 教育学部，重庆 400715)

摘要：[目的/意义]社交平台是谣言产生与传播的主要渠道，也是谣言传播过程中利益博弈的主要参与者。本文从博弈论的角度探究控制谣言传播的方法，为人们科学有效地治理谣言传播提供参考建议。**[方法/过程]**本文基于社交平台的研究视角，按照谣言发生前、传播中以及平息后三个阶段分别构建博弈模型，然后探究社交平台的策略选择及其稳定性，最后采用 matlab2021b 进行仿真实验验证。**[结果/结论]**结果表明，谣言发生前，平台策略选择主要与社会声誉价值以及政府部门的监管态度有关，提高平台对社会声誉的重视程度能够促使其加强谣言控制；传播过程中，平台的策略选择主要基于自身的商业利益出发，其次与网民的选择有关；谣言平息后，平台的策略主要取决于政府的选择，政府强化事后追责制度能够有效防止平台隐瞒事实、逃避责任行为的发生。

关键词：谣言传播；社交平台；谣言管控；演化博弈；MATLAB 仿真

分类号：G206

Research on the evolution of multi-stage game based on rumor control strategy of social platform

Yang Renbiao[1] Yin Chunxiao[2]

（1.School of Computer and Information Science，Southwest University，Chongqing 400715；2.Faculty of Education，Southwest University，Chongqing 400715）

Abstract ： [Purpose/Significance] Social platforms are the main channels for rumor generation and spread, as well as the main participants in the interest game in the process of rumor spread. From the perspective of game theory, this paper explores the methods to control rumor propagation and provides reference suggestions for people to scientifically and effectively control rumor propagation. [Method/Process] Based on the research perspective of social platforms, this paper builds a game model according to the three stages of the rumor before, during and after the rumor is settled, then explores the strategy selection and stability of the social platform, and finally uses matlab2021b for simulation experiment

基金项目：本文系中央高校基本科研业务费专项资金资助（项目编号：SWU2209211）研究成果之一。

作者简介：杨仁彪（男，1995-），硕士研究生，研究方向：网络舆情、谣言治理等；尹春晓（女，1984-），副教授，博士研究生，研究方向：信息传播、信息甄别等。

通讯作者：尹春晓（女，1984-），副教授，博士研究生，研究方向：信息传播信息甄别等。

verification. **[Result/Conclusion]** The results show that, before rumors occur, platform strategy selection is mainly related to the value of social reputation and the regulatory attitude of government departments. Improving the platform's emphasis on social reputation can promote it to strengthen rumor control. In the process of communication, the platform's strategy selection is mainly based on its own commercial interests, and then related to the choice of netizens. After the rumors are settled, the strategy of the platform mainly depends on the choice of the government. The strengthening of the post-accountability system by the government can effectively prevent the platform from concealing facts and evading responsibilities.

Key words: Rumor diffusion; Social platforms; Rumor control; Evolutionary game ; MATLAB simulation

2019 年末爆发的新冠疫情给整个人类社会造成巨大冲击，世界各国都遭受到前所未有的社会治理危机。经过三年多的艰苦抗疫，我国疫情逐渐趋于平稳，人们的生产生活也渐渐恢复常态。然而，在网络空间中，由新冠疫情所引发的“信息疫情”却还在以比病毒传播得更快的速度扩散，给各国的疫情防控工作带来严重干扰与破坏。与 2003 年“SARS”病毒爆发时，公众主要依靠电视、报纸、广播等传统媒体不同，新冠肺炎疫情爆发时，海量的疫情信息在各大社交媒体平台上蔓延，公众信息获取渠道由传统媒体转向了社交媒体。而社交媒体接触门槛低、审核机制不完善、网络外部性强等特征也进一步导致其成为网络谣言爆发的“重灾区”[1]。根据《2022 年度微博辟谣数据报告》显示 2022 年度，微博站方共有效处置不实信息 82274 条，辟除新增谣言及引导争议事件 1355 例。平台总阅读数 117.7 亿，讨论量 722.5 万，同比去年阅读数增长了 14.05%。全年共发布辟谣微博 3273 条，阅读量 5.66 亿次，互动量 106.3 万次[2]。社交媒体时代网络谣言的传播势头与爆发力将网络谣言治理的难度推向一个全新的高度。

网络谣言的产生与传播根本在于主体间的利益博弈[3]。博弈论通过分析博弈主体各种策略选择的预期收益，从而预测其行为，目前已经成为研究具有竞争性质现象的一种数学理论与方法[4]。谣言传播通常涉及到政府、媒体、平台及网民等多方博弈主体，然而当前学者们主要关注政府、媒体以及网民等主体在谣言治理中的作用，少有学者从社交平台的角度探讨网络谣言治理的方法。同时，各主体在谣言发展的不同阶段的利益诉求有所差异甚至相互矛盾，然而现有文献主要研究的是谣言传播过程中参与人的相互博弈，对谣言发生前以及平

息后博弈情况缺乏关注。因此，本文从社交平台的研究视角出发，按照谣言发生前、谣言传播中以及谣言平息后三个阶段分别探究主体间的演化博弈策略，帮助人们从整体上把握不同谣言发展阶段各方主体利益的关切点与平衡点，为人们高效开展网络谣言治理提供理论参考与指导。

1 文献回顾

网络谣言是指在网上流传的不确定性信息[5]。谣言的大肆传播会引发公众的恐慌与不安情绪、损害政府的公信力、影响社会稳定[6]，因此谣言治理一直受到学术界的高度关注，学者们从角度、多领域对此问题展开研究。首先是基于传染病模型的研究，比如廖圣清等在 SIR 模型基础上加入辟谣者的角色，构建了 SIAR 传播模型[7]；顾亦然等在易感状态 S 和感染状态 I 之间加入了潜伏状态 E，提出了 SEIR 谣言传播模型[8]；屈楠伟等在信息行为模型的基础上引入用户的质疑行为，发现用户质疑行为在一定范围内能够提高辟谣效果，但是过度的质疑也会起到相反的效果[9]；Xia 等人考虑了个体的犹豫机制，建立了 SEIR 谣言传播模型，并分析了均匀网络中的传播的动力学过程，推导了传播阈值和最终的谣言规模[10]；Nekovee 等将用户遗忘机制作为影响变量纳入分析，结果表明谣言在无标度网络中传播的初始速率远远高于在均匀网络中的传播速率[11]；王晰巍等在 SIR 模型的基础上提出具有逆转效应的 SCNDR 模型，分析了官方辟谣时间对谣言逆转效率的影响[12]。然而，上述传播模型侧重于研究谣言传播过程中的动力学规律，却忽视了传播主体之间的利益冲突。从本质上来说，网络谣言的产生与传播都是相关主体间互相博弈的结果[13]。

基于此，部分学者使用演化博弈相关理论来刻画谣言传播过程中不同主体间的策略选择及利益博弈，博弈主体通常包括政府、媒体、平台、企业、意见领袖及普通网民等。根据参与主体的数量，当前研究大致可以分为两方博弈和三方博弈模型。关于两方博弈的研究，比如祁凯等基于 SEIR 模型构建了官方媒体与网络大 V 的演化博弈模型[14]；Liu 等以谣言爆发度和来源信任度作为谣言传播的影响因素，分析了造谣者和传谣者之间的博弈情况[15]；刘子倩等基于前景理论研究了企业与消费者在面对品牌类谣言时的策略选择[16]；张桂蓉等通过计算长尾期传播者与被传播者的策略分布来寻找应对谣言传播过程中“长尾效应”的控制方法[17]。关于三方博弈模型的研究，如杨洋洋等构建了政府、媒体、网民三元交互模型，并利用系统动力学方法探究了政府奖励、媒体报道以及网民参与等因素对博弈策略的影响[18]；魏芳芳等对虚假信息中政府、企业、公民之间的博弈行为进行分析发现，降低监控成本、增大惩罚力度能够有效遏制企

业虚假信息散布行为[19]；王澍贤等提出了意见领袖参与下微博舆情演化的博弈模型，并指出通过主动培养意见领袖的方式可以增强政府的舆情引导力[20]。以上模型按照社会属性对主体进行整体划分，而没有考虑个体面对谣言信息时的态度及行为差异[21-22]，无法从微观层面揭示主体间的博弈情况。因此有学者在模型中纳入个人影响力[23]、声誉[24]、知识储备[25]、选择偏好[26]、从众效应[27]等个体属性，从而使得对模型的刻画更加深入更加准确。

通过文献梳理发现，现有研究主要存在以下不足：第一，现有文献大多关注政府、媒体以及网民等博弈主体在谣言治理中的作用（如殷飞等[28]），而少有学者从社交平台的角度进行探究。社交平台作为谣言产生与传播的主要渠道，是遏制谣言扩散的第一道防线，其角色与功能理应得到研究者的重视。第二，谣言传播是多方主体相互博弈的动态连续过程，不同发展阶段参与者的利益诉求有所差异甚至矛盾冲突，然而现有文献主要探讨谣言传播过程中的利益博弈（如 Pei 等[29]），对谣言发生前以及平息后的情况缺乏足够的关注。因此，本文基于社交平台这一研究视角，按照事前、事中以及事后三个阶段分析主体之间的相互博弈过程，为人们科学有效地开展网络谣言治理提供理论指导与参考。

2 谣言发生前：政府与平台之间的演化博弈分析

2.1 问题描述

谣言事件发生以前，博弈主要发生在政府部门与社交平台之间。政府部门作为社会公共事务的管理者，肩负着干预、引导、处置网络舆情的责任，特别是发生重大舆情事件时，往往需要政府部门及时出面回应公众关切、消除疑虑，避免引发信任危机。然而，现实中有些政府部门对此不够重视，没能很好地尽到管理职责。社交平台作为谣言流通的主要渠道，一方面具有整治谣言信息，维护网络社区秩序的责任，另一方面谣言传播带来的巨大流量收益以及持续的舆论热度同样促使着平台放松管控。因此，本文将政府部门和社交平台的策略选择集合分别设定为{严格监管，放松监管}，{管控，不管控}。这里的管控与不管控指的是社交平台在谣言事件发生以前，面对可能发生的谣言事件是否采取管控措施的态度。

2.2 模型假设

假设 1：政府的固定监督管理成本为 C，包括监督过程中的人力、物力以及时间等方面的各项成本；当政府采取放松监管时，此成本不存在。当政府严格

监管，平台采取管控策略时，政府除了获得网络环境净化收益 D 以外，还能获得公信力提升 E，可以看作人们对政府的信任和对政府执政能力的认可等；当政府放松监督，社交平台采取不管控策略时，将导致舆情爆发，从而产生舆情处置成本 F 以及网络环境破坏损失 D。

假设 2：平台的固定管控成本为 G，当平台采取管控策略时，将导致平台用户流失 I 和广告收益的减少 J，但是将获得良好的社会声誉 K 以及政府对平台有效治理网络谣言的奖励 M；当平台采取不管控策略，政府严格监管时，网络舆情爆发，则需要向政府缴纳一定的罚金 H，同时将因为谣言失控而面临社会声誉损失 K。

假设 3：当社交平台采取不管控策略时，无论政府采取何种策略，都将导致舆情爆发；反之，则舆情不会爆发。

假设 4：博弈模型中，政府选择严格监管策略的概率为 x（0x1），选择放松监管策略的概率为 1-x。平台选择管控策略的概率为 y（0y1），选择不管控策略的概率为 1-y。

在上述模型假设的基础上，政府和平台之间的博弈收益矩阵如表1所示。

表1 政府与平台收益矩阵

（政府，平台）	管控	不管控
严格监管	D+E-C,K+M-G-I-J	E+H-C-F-D,I+J-K-H
放松监管	D, K-G-I-J	-F-D-E, I+J-K

上表中的参数及含义如表2所示，

表2 模型参数

参数	参数含义
C	政府的实施监督的固定成本
G	平台管控的固定成本
D	网络环境净化收益
E	政府公信力的提升
F	舆情爆发后的舆情处置成本
H	平台向政府缴纳的罚金
I	平台用户流量收益
J	平台广告收益
K	平台社会声誉
M	平台实施管控时收到的政府奖励

2.3 政府—平台博弈策略演化分析

基于构建的博弈模型可以得出，政府和平台选择不同策略时期望收益及平均收益分别如下：

整理得到政府和平台的复制动态方程为：

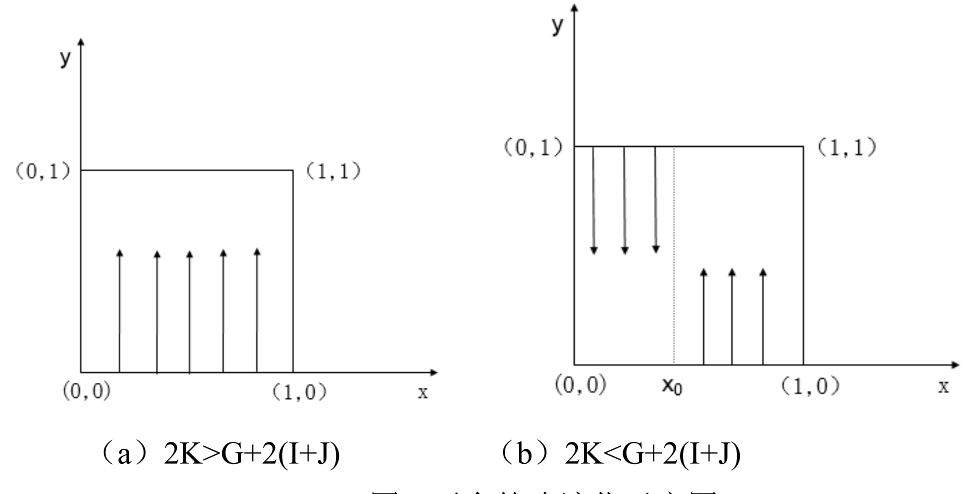
由于本文主要基于社交平台的研究视角，因此将只对社交平台的演化博弈策略进行分析。

由对 y 求一阶偏导数，可得，

令，可得，

当时，，表明所有值均为稳定状态；当时，是可能的稳定状态。

由微分方程稳定性定理可知,博弈主体策略选择处于稳定状态必须满足:F(x)=0 且 dF(x)/dx<0。由于，所以为单调增函数。当时，无论取何值，，则 y=1 是稳定状态，平台选择管控策略。当时，若 ，，则 y=0 是稳定状态，平台选择不管控策略；若 ，，则 y=1 是稳定状态，平台选择管控策略。平台策略的演化示意如图 1 所示。



（a）2K>G+2(I+J)　　（b）2K<G+2(I+J)

图 1 平台策略演化示意图

以上分析表明，首先，平台的策略选择受到社会声誉、用户流量、广告收益以及固定管控成本等因素影响。当平台较为看重自身的社会声誉，即社会声誉的价值高于用户流量、广告收益以及管控成本时，则无论政府是否严格监管，平台都将采取管控策略，以防止舆情爆发损害自身形象。其次，当社会声誉的

价值低于流量、广告带来的收益以及需要支付的管控成本时，平台的策略则与政府的选择息息相关。具体而言，当政府采取严格监管的概率高于某一程度时，平台倾向于选择管控策略；当政府选择放松监管的概率较高时，平台则倾向于采取不管控策略。由此可见，提升平台对于社会声誉的看重程度以及加强政府监管能够有效促使平台参与网络谣言治理。

2.4 政府—平台策略平衡点的稳定性分析

将政府和平台的复制动态方程联立求解，可以得到五个平衡点，即 D_1（0,0）、D_2（1,0）、D_3（0,1）、D_4（1,1）、D_5（），其中，，且根据，<1，可以得到且。由李雅普诺夫稳定系统稳定判别法，只有系统的雅克比矩阵的所有特征值均小于零的平衡点才是稳定平衡点。该系统的雅克比矩阵为，

其中，

由李雅普诺夫第一法则可知：若雅克比矩阵的所有特征值均具有负实部,则此均衡点为渐进稳定点；若雅克比矩阵的特征值至少有一个具有正实部，则此均衡点为不稳定点。将上述五个平衡点分别代入雅克比矩阵，可得到具体特征值及其稳定性情况,如表 3 所示。

表 3 矩阵特征值及稳定性

平衡点	特征值	实部符号	稳定性判断
D_1（0,0）	2E+H-C,2(K-I-J)-G	（+,-）	不稳定点
D_2（1,0）	C-2E-H,M+H+2(K-I-J)-G	（-,x）	不确定
D_3（0,1）	E-C,G-2(K-I-J)	（x,+）	不稳定点
D_4（1,1）	C-E,2(I+J-K)+G-M-H	（x,x）	不确定
D_5（）			鞍点

注：x 表示符号不确定

由表 3 可知,此博弈系统的演化稳定性策略组合具体存在以下两种情况：

1）当 M+H+2(K-I-J)-G<0 时,该系统有演化稳定点:D_2(1,0),即（严格监管，不管控）。

2）当 C-E <0，2(I+J-K)+G-M-H<0 时,该系统有演化稳定点:D_4(1,1),即（严格监管，管控）。

通过对比两种组合策略可以发现，对于政府部门来说，当公信力提升大于对平台实行严格监督所需要的成本时，其最终稳定策略都会演化至严格监督；但是对于社交平台来说，其是否选择管控策略除了需要考虑政府部门的监管态度以外，还需要兼顾自身的商业利益。当实施管控的综合收益高于不管控的收益之和时，平台策略会逐渐演化至管控策略；当管控收益远远小于不管控产生的收益时，那么即使政府严格监管，平台也依然会选择不管控策略。

3 谣言传播中：网民与平台之间的演化博弈分析

3.1 问题描述

网民是谣言传播过程中最重要的参与者，正是由于网民对谣言信息的转发、评论，谣言才得以在网络世界中大规模传播。网民参与谣言传播的动机主要包括打发无聊时间、情绪宣泄、表现自我，获得其他人的关注与点赞[30]，甚至部分网民还能从巨大流量中获得一定的物质利益，这些动机促使着新的网民如潮水般加入传谣队伍。社交平台是网络谣言产生与传播的主要载体，谣言大肆传播将直接损害平台社会声誉，因此社交平台有必要采取严格的管控措施对其加以控制。平台的管控通常从两个方面进行：一是删除有关内容，比如屏蔽关键词、删帖、撤热搜等；二是管制传播者的违规行为，比如警示、禁言、长期封号等。因此，本文将网民与平台的策略选择集合可以分别设定为{传播，不传播}，{删除内容，管控传播者}。

3.2 模型假设

假设 1：当社交平台采取删除内容策略时，将打击平台用户的创作积极性，从而影响平台的内容生成 C 及广告收益 D，但是平台将获得良好的社会声誉 E 以及删帖的酬金 F。当平台采取管控传播者违规行为策略时，例如警告、封号等手段，将导致平台用户流失 G 以及广告收益的减少 D，但是能够从政府奖励中获得一定补偿 H。

假设 2：当网民采取传播策略时，将产生传播成本 I，主要包括时间、精力等方面的付出，受到平台管制的风险 J 以及道德谴责 K，主要收获包括其他网民的关注 M、流量收益 N 以及内心的获得感 O。当网民采取不传播策略时，不产生任何成本也不会获得任何收益。

假设 3：模型中，网民选择传播策略的概率为 x（0x1）,选择不传播策略的概率为 1-x。社交平台选择删除内容策略的概率为 y（0y1）,选择管控传播者策略的概率为 1- y。

在上述模型假设的基础上，网民和平台之间的博弈收益矩阵如表4所示。

表4 网民与平台收益矩阵

（网民，平台）	删除内容	管控传播者
传播	M+N+O-I-K,E+F+H-C-D	M+N+O-I-J-K,E+H-D-G
不传播	0, F-C-D	0,0

上表中的参数及含义如表5所示。

表5 模型参数及含义

参数	参数含义
C	因删除内容而导致的平台内容创作减少
D	广告收益
E	良好的社会声誉
F	协助删除内容而获得的酬金
G	平台的用户流量
H	政府奖励
I	网民的传播成本
J	受到平台管制的风险
K	网民因传播行为受到的道德谴责
M	其他网民的关注
N	网民的流量收益
O	网民因传播行为产生的获得感

3.3 网民—平台博弈策略演化分析

基于以上模型基本假设，可以得到网民与平台不同策略选择的期望收益及平均收益，分别如下，

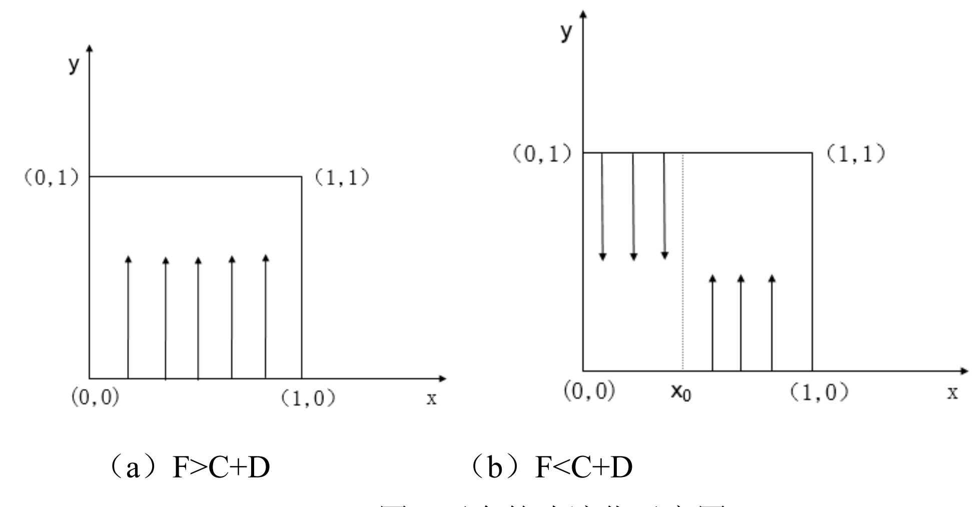
整理得到政府和平台的复制动态方程为：

由对 y 求一阶偏导数，可得，

令，可得，

当时，，表明所有值均为稳定状态；当时，是可能的稳定状态。

由于，所以为单调增函数。当时，无论取何值，，则 y=1 是稳定状态，平台选择删除内容策略。当 F 时，若 ，，则 y=0 是稳定状态，平台选择删除内容策略；若 ，，则 y=1 是稳定状态，平台选择管控传播者策略。平台策略的演化示意图如图 2 所示。



（a）F>C+D （b）F<C+D

图 2 平台策略演化示意图

以上分析表明，平台是否选择删除策略与所获得的报酬有关，当删除内容所获取的报酬高于由此导致的广告收益减少以及平台创造内容损失，则无论网民是否选择传播策略，平台的优先策略总是删除相关内容；当删除内容所获得的报酬不足以弥补由此带来的广告收益减少及创作损失，平台的策略则与传播者的策略选择密切相关，即当网民传播谣言的概率低于某一程度时，平台将优先选择删除内容策略；当网民传播谣言的概率较高时，平台将倾向于选择管控传播者策略。

3.4 网民—平台策略平衡点的稳定性分析

联立复制动态方程，可以得到五个平衡点，即 D_1（0,0）、D_2（1,0）、D_3（0,1）、D_4（1,1）、D_5（），其中，，且根据，<1，可以得到且，。通过雅克比矩阵判断系统平衡点的稳定性，该系统的雅克比矩阵为

其中，

将上述平衡点依次代入雅克比矩阵，可以得到特征值并进行稳定性判断，如表6所示。

表6矩阵特征值及稳定性

平衡点

特征值

实部符号

稳定性判断

D_1（0,0）

M+N+O-I-J-K,F-C-D

（-,-）

ESS

D_2（1,0）

-(M+N+O-I-J-K), G+F-C

（+,x）

稳定点

D_3（0,1）

M+N+O-I-K,-(F-C-D)

（+,+）

不稳定点

D_4（1,1）

-(M+N+O-I-K),C-F-G

（-,x）

不确定

D_5（）

鞍点

注：x表示符号不确定

由表3可知，此博弈系统的演化稳定性策略组合具体存在以下两种情况：

1）该系统的纯演化稳定点 D_1，即（不传播，管控传播者）

2）当 C-F-G<0 时，该系统有演化稳定点:D_4(1,1),即（传播，删除内容）。

由演化稳定点 D_4（传播，删除内容）可以知道，社交平台是否选择删除内容主要受到删帖酬金、用户流量以及对内容创作的影响等因素的影响。当平台获得的酬金和用户流量收益足以弥补平台在内容创作方面的损失时，平台策略将逐渐演化为删除内容策略。同时，当平台的最终稳定策略为删除内容时，对于普通网民来说，不传播将不会产生任何收益，而即使参与传播也不会受到平台的任何管控，因此此种情况下其演化策略为传播。由于演化稳定点 D_1（不传播，管控传播者）在现实生活中不存在，因此不做讨论。

4 谣言平息后：政府与平台之间的演化博弈分析

4.1 问题描述

由于谣言事件的大规模传播，极大地损害了政府的公信力，而且对网络环境造成了巨大破坏，因此从政府的角度来讲，追究平台责任一方面能够挽回部分公信力，展现自身的责任与担当，另一方面也可以对平台起到警示、惩罚的作用。但是追责需要政府付出额外的调查成本，比如诉讼、取证、审讯过程中的各项费用，同时平台也可以通过种种手段逃避来自政府的追责。常用的策略就是虚假陈述，即通过向政府提供虚假的、具有欺骗性的信息，从而达到推脱责任，减轻甚至规避惩罚的目的，然而虚假陈述一旦被发现将面临更加严厉的惩罚，比如支付额外的罚金以及来自社会大众的舆论谴责。因此，谣言事件平息后两者的策略集合分别为{追责，不追责}，{如实陈述，虚假陈述}。

4.2 模型假设

假设 1：政府的一般固定成本为 C，当社交平台采取虚假陈述时，还需要付出一定的额外调查成本 K，获得平台因谣言管控不力而缴纳的罚金 D、挽回部分公信力 E 以及平台后续加强管理措施的保证 F 以及平台因虚假陈述而支付的额外罚金 G。当采取不追责策略时，则将损失部分公信力 E。

假设 2：当平台采取如实陈述时，需要缴纳罚金 D 以及强化平台管控所需要的后续成本 H，当平台采取虚假陈述，同时政府采取不追究策略时，平台可以逃脱惩罚，反之，则需要支付额外罚金 G 以及面临来自社会舆论的道德谴责 O。

假设 3：模型中，政府选择追责策略的概率为 x（0x1），选择不追责策略的概率为 1-x。平台选择如实陈述的概率为 y（0y1），选择虚假陈述策略的概率为 1- y。

在上述模型假设的基础上，政府和平台之间的博弈收益矩阵如表7所示。

表7 政府与平台收益矩阵

（政府，平台）	如实陈述	虚假陈述
追责	D+E+F-C,G-D-H	D+E+F+G-C-K，-D-G-H-O
不追责	D+F-E,-D-H	-E，D+H

上表中的参数及含义如表8所示，

表8 模型参数

参数	参数含义
C	政府一般固定成本
K	当平台虚假陈述时，需要付出的额外调查成本
D	平台缴纳的罚金
E	挽回的公信力
F	平台加强管控的保证
G	平台虚假陈述被发现后缴纳的额外罚金
H	平台强化管控的后续成本
O	平台虚假陈述被发现后的舆论谴责

4.3 政府—平台博弈策略演化分析

基于上述博弈模型，谣言平息后政府和平台选择不同策略时的复制动态方程如下，

整理得到政府和平台的复制动态方程为：

由对 y 求一阶偏导数，可得，

令，可得，

当时，，表明所有值均为稳定状态；当时，是可能的稳定状态。

由于，，所以为截距为负的单调增函数。若 ，，则 y=0 是稳定状态，平台选择删除内容策略；若 ，，则 y=1 是稳定状态，平台选择管控传播者策略。平台策略演化示意图如图 3 所示。

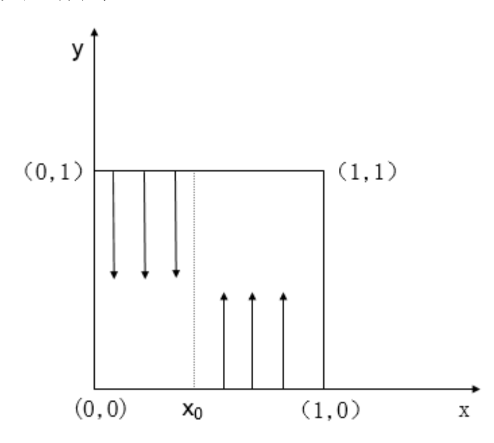


图 3 平台策略演化示意图

以上分析表明，政府与平台之间确实存在着明显的利益博弈关系。具体而言，如果政府采取不追责策略的概率较高，平台则倾向于选择虚假陈述策略，从而试图规避来自政府的惩罚，但是如果政府采取追责的概率较高，平台则更倾向于选择如实陈述策略，以免支付高额罚金或面对社会舆论的声讨。因此，谣言事件平息以后，政府部门及时调查相关单位及个人的失职行为对于防止社交平台隐瞒事实、逃避责任以及预防谣言事件再次发生具有十分重要的作用。

4.4 政府—平台策略平衡点的稳定性分析

联立政府与平台的复制动态方程，得到五个平衡点，即 D_1（0,0）、D_2（1,0）、D_3（0,1）、D_4（1,1）、D_5（），其中，，且根据，<1，可以得到。该系统的雅克比矩阵为

其中，

将上述平衡点依次代入雅克比矩阵，得到特征值并进行稳定性判断，如表 9 所示。

表 9 矩阵特征值及稳定性

平衡点	特征值	实部符号	稳定性判断
D_1（0,0）	D+E+F+G-C-K,-2(H+D)	（x,-）	不确定

D_2（1,0）	-(D+E+F+G-C-K), 2G+O	（x,+）	不稳定点
D_3（0,1）	E-C,2(H+D)	（x,+）	不稳定点
D_4（1,1）	C-E,-(2G+O)	（x,-）	不确定
D_5（）			鞍点

注：x 表示符号不确定

由表 3 可知,此博弈系统的演化稳定性策略组合具体存在以下两种情况：

1）当 D+E+F+G-C-K<0 时，该系统有演化稳定点:D_1(0,0),即（不追责，虚假陈述）。

2）当 C-E <0 时，该系统有演化稳定点:D_4(1,1),即（追责，如实陈述）。

对比上述两种情况并结合前文假设可知，该系统平衡点的稳定性主要与政府有关。在稳定演化点 D_1（不追责，虚假陈述）中，当一般固定成本和额外调查成本较高，即大于追责带来的正面效益时，政府的稳定策略会逐渐演化至不追责。此时对于平台而言，选择虚假陈述是最佳策略。在稳定演化点 D_4（追责，如实陈述）中，当政府较为看重自身公信力，即公信力提升高于一般固定成本时，政府策略会逐渐演化至追责。而此时平台的最佳策略为如实陈述，其稳定策略将演化至如实陈述。

5 建模仿真

为了验证前面各阶段对系统稳定性的分析，本文在参考前人研究成果的基础上，结合我国谣言治理的现实情况对参数进行赋值，然后采用 matlab2021b 进行数值仿真。

5.1 谣言发生前系统稳定性分析

首先将模型中的各参数初始值设置如下：C=8，G=6，D=5，E=3，F=2，H=6，I=4，J=4，K=5，M=5，然后在此基础上进行仿真模拟实验。

前文分析结果显示，当 M+H+2(K-I-J)-G<0 时,该系统有演化稳定点:D_2(1,0),即（严格监管，不管控）。此时 M+H+2(K-I-J)-G=5+6+2x(5-4-4)-6=-1<0 成立，因此系统将趋于稳定平衡点（1,0）。将上述参数代入模型，并选取 20 组不同的概率初始值进行试验，试验结果如图 4 所示。从图中可以看出，无论博弈主体的初始概率如何，系统最终都会收敛至 D_2（1,0）点。同理，D_4(1,1),即（严格监管，管控）经验证也为系统稳定平衡点，仿真结果如图 5 所示。

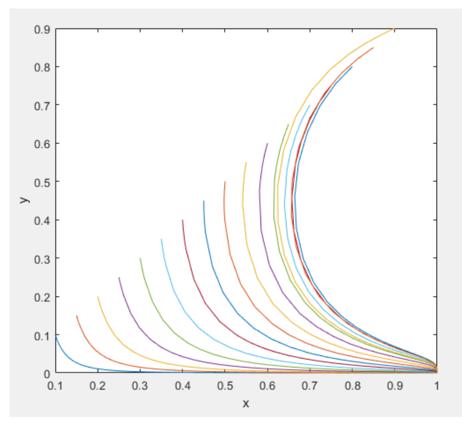


图 4 平衡点 D_2 的稳定性

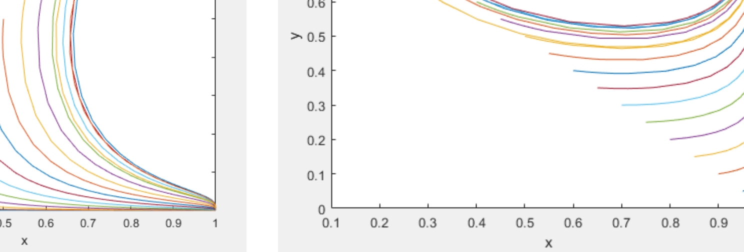


图 5 平衡点 D_4 的稳定性

5.2 谣言传播中系统稳定性分析

由 4.4 小节平衡点稳定性分析结果可知，当 C-F-G<0 时，该系统有演化稳定点:D_4(1,1),即（传播，删除内容）。模型中的参数设置如下：C=6，D=5，G=6，E=6，F=4，H=6，I=4，J=4，K=5，M=4，N=6，O=4。此时 C-F-G=6-4-6=-4<0 满足条件，选取 20 组初始值不同的概率值进行仿真实验，结果如图 6 所示。从图中可以看出，无论初始概率取值多少，所有相轨迹曲线最终都趋近于平衡点 D_4（1,1），表明博弈双方最终的稳定策略为（传播，删除内容）。同理，纯平衡点 D_1（0,0）为系统稳定平衡点，如图 7 所示。

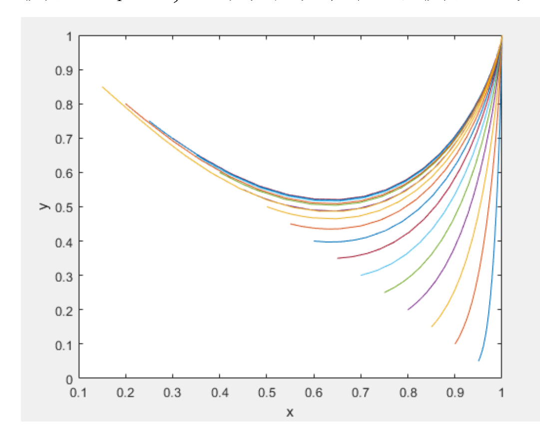


图 6 平衡点 D_4 的稳定性

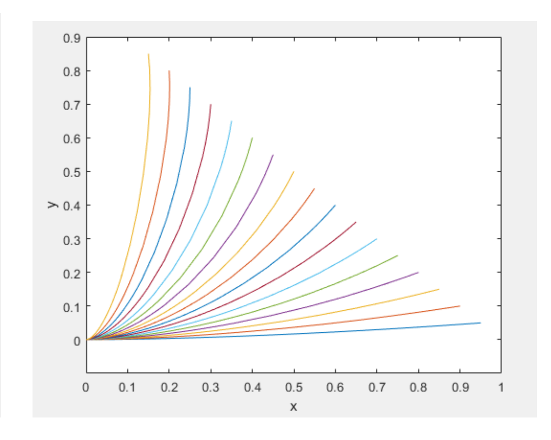


图 7 平衡点 D_1 的稳定性

5.3 谣言平息后系统稳定性分析

根据 5.4 节的分析结果可以知道，当 D+E+F+G-C-K<0 时，系统在 D_1 点处趋于稳定。首先将模型参数设置为 C=14，D=3,E=8，F=4，G=4，H=4，O=4，K13，此时条件 D+E+F+G-C-K=3+8+4+4-14-13=-8<0 成立，然后选取 20 组不同的概率初始值进行仿真，仿真结果如图 8 所示。从图中可以看出，尽管各组实验初始值有

所不同，但所有曲线最终都收敛于平衡点 D_1（不追责，虚假陈述），仿真结果与结论相符。同理，可以验证 D_4（追责，如实陈述）为系统的稳定平衡点，结果如图 9 所示。

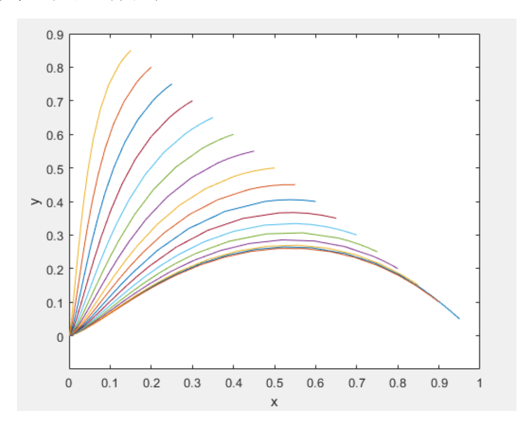


图 8 平衡点 D_1 的稳定性

图 9 平衡点 D_4 的稳定性

6 结论与启示

6.1 研究结论

1）谣言事件发生前，平台的策略选择与社会声誉价值、用户流量、广告收益以及政府的策略选择有关。当平台对社会声誉的重视程度超过流量及广告收益时，平台总是倾向于选择管控策略；反之，平台的策略则取决于政府是否严格管理，当政府采取严格管理的概率较高时，平台倾向于选择管控策略，当政府采取放松管控的概率较高时，平台则倾向于选择不管控策略。

2）谣言传播过程中，平台选择删除内容还是管控传播者主要从自身的商业利益出发，其次与网民的选择有关。当删除内容所获得酬金能够弥补由此导致的广告收益减少和平台内容损失时，平台总是倾向于选择删除内容；反之，平台的策略则取决于网民的选择。当网民选择传播的概率较高时，平台倾向于选择管控传播者；当网民选择不传播的概率较高时，平台倾向于选择删除内容策略。

3）谣言事件平息后，平台的选择主要取决于政府部门是否采取追责策略。当政府部门采取追责策略的概率较高时，平台倾向于选择如实陈述策略；当政府部门采取不追责的概率较高时，则平台倾向于选择虚假陈述策略。

6.2 管理启示

基于上述研究结论，可以为人们科学高效地开展网络谣言治理提供如下启示：

第一，提升平台对于社会声誉价值的重视程度。社会声誉是企业最宝贵的无形资产与经营资源，也是企业在激烈的竞争中获胜取利的重要法宝。拥有良好的社会声誉对于一个企业的生存与发展具有举足轻重的影响。然而，现实中有些社交平台为了蝇头小利而置企业形象于不顾，放纵网络谣言传播，严重扰乱社会正常秩序。究其原因，就在于平台低估甚至忽视了社会声誉对于企业长远发展的重要价值。

第二，加强政府对社交平台的监管力度。政府部门作为网络社会治理中的监督者与管理者，需要从以下两个方面提升监督管理效率：一是建立科学合理的奖惩制度，做到奖罚分明。对于放任谣言传播的社交平台，采取严厉的惩罚措施，对于实施有效管控的社交平台，给予适当的激励与补贴。二是完善现有网络谣言治理的法律体系。完善的法律体系是政府实施网络谣言监督管理的基本依循，也是构建良好网络生态的基本保障。

第三，增强平台遏制谣言传播的综合能力。相较于政府主要通过辟谣、法律规制等间接方式治理网络谣言，平台则可以通过多种技术手段直接对谣言传播实施控制。从删除内容的角度，主要包括屏蔽关键词、删帖、撤热搜等；从管控传播者的角度，主要包括警告、禁言、封号等；从断开传播渠道的角度，包括设置防火墙、无效链接、禁止访问等。在实际运用过程中，平台应该根据谣言传播的特点、种类以及受众人群等现实情况，搭配使用多种策略以控制谣言传播。

第四，强化网络谣言传播事后追究问责制度。网络谣言之所以能够在社交网络中“畅通无阻”，很大程度上在于社交平台疏于管控，没能当好网络世界的“把关人”，因此，政府应该强化事后问责制度，及时对平台的渎职行为进行追责。同时，还应该根据社交平台的回应策略决定追责程度，特别是对于社交平台故意隐瞒事实，试图通过虚假陈述来逃避责任的行为更应该加大惩处力度，防止类似事件再次发生。

6.3 总结与展望

本文基于社交平台的研究视角，按照谣言发生前、谣言传播中以及谣言平息后三个阶段分别构建了演化博弈模型，首先分析了政府与平台、平台与网民之间的利益博弈情况，然后并采用 matlab2021b 软件进行建模仿真，验证演化博弈策略的稳定性，最后根据研究结论得出网络谣言治理的政策建议。本研究能够丰富现有谣言传播模型的研究视角，帮助人们从整体上把握不同阶段参与主体的利益关注点与平衡点，为人们科学控制谣言传播、引导网络舆情提供一定的参考与指导。

然而，本研究也存在一定的不足：第一，在现实情境中，博弈主体的策略选择往往具有多元性，比如谣言传播过程中，平台除了选择删除内容、管控传播者以外，还可以辟谣、教育、宣传等手段，而本文为了方便模型建立，将其做了简化，这与现实存在一定出入。第二，受篇幅的限制，本文仅仅对社交平台的博弈演化策略进行了分析，而没有将政府与网民的博弈情况展开论述。因此，在后续研究中，将会考虑纳入社交平台其他策略进行分析，同时进一步简化模型，争取能够详细阐述所有参与主体的博弈情况。

参考文献

[1]Rudra M Tripathy,Amitabha Bagchi,Sameep Mehta. Towards combating rumors in social networks: Models and metrics[J]. Intelligent Data Analysis, 2013, 17(1): 149-175.

[2]《2022 年度微博辟谣数据报告》[EB/OL]. https://weibo.com/1866405545/MoICtozcu#comment.

[3]袁婷,董敏. 不完全信息下网络舆情传播的演化博弈分析[J]. 新媒体研究, 2022, 8(8): 19-22.

[4]张建英. 博弈论的发展及其在现实中的应用[J]. 理论探索, 2005, (2): 36-37.

[5]Mohammad Ahsan,Madhu Kumari,TP Sharma. Rumors detection, verification and controlling mechanisms in online social networks: A survey[J]. Online Social Networks and Media, 2019, 14: 100050.

[6]王国华,汪娟,方付建. 基于案例分析的网络谣言事件政府应对研究[J]. 情报杂志, 2011, 30(10): 72-76.

[7]廖圣清,方圆. 基于仿真模型的社交网络辟谣效果研究[J]. 湖南师范大学社会科学学报, 2021, 50(6): 138-148.

[8]顾亦然,夏玲玲. 在线社交网络中谣言的传播与抑制[J]. 物理学报, 2012, 61(23): 544-550.

[9]屈楠伟,夏志杰,王诣铭. 基于用户信息行为的社交媒体辟谣效果研究[J]. 情报科学, 2021, 39(1): 111-119.

[10]Ling-Ling Xia,Guo-Ping Jiang,Bo Song, et al. Rumor spreading model considering hesitating mechanism in complex social networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2015, 437: 295-303.

[11]Maziar Nekovee,Yamir Moreno,Ginestra Bianconi, et al. Theory of rumour spreading in complex social networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2007, 374(1): 457-470.

[12]王晰巍,李玥琪,邱程程,等. 突发公共卫生事件下网络谣言传播逆转模型及仿真研究[J]. 图书情报工作: 1-12.

[13]童星. 社会管理创新八议——基于社会风险视角[J]. 公共管理学报, 2012, 9(4): 81-89, 126-127.

[14]祁凯,彭程,杨志,等. 基于 SEIR 演化博弈模型的突发危机事件网络舆情治理研究_1[J]. 现代情报, 2022, 42(4): 120-133.

[15]Fengming Liu,Mingcai Li. A game theory-based network rumor spreading model: based on game experiments[J]. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2019, 10(6): 1449-1457.

[16]刘子倩,夏志杰,王诣铭. 基于前景理论的品牌类网络谣言企业应对策略演化博弈研究[J]. 科学与管理, 2021, 41(4): 48-55.
[17]张桂蓉,夏霆. 突发公共事件网络谣言传播长尾效应的控制研究——以新型冠状病毒肺炎疫情为例_1[J]. 情报理论与实践, 2021, 44(3): 69-75.
[18]杨洋洋,谢雪梅. 三元主体交互视角下网络谣言监管的博弈演化研究_1[J]. 现代情报, 2021, 41(5): 167-177.
[19]魏芳芳,陈福集. 网络虚假信息中政府、企业和公民三者的进化博弈行为分析[J]. 运筹与管理, 2012, 21(6): 225-230.
[20]王澍贤,陈福集. 意见领袖参与下微博舆情演化的三方博弈分析[J]. 图书馆学研究, 2016, (1): 19-25.
[21]洪巍,王虎. 基于 SIRT 的网络谣言传播演化模型的研究[J]. 现代情报, 2017, 37(6): 36-42.
[22]范纯龙,宋会敏,丁国辉. 一种改进的 SEIR 网络谣言传播模型研究[J]. 情报杂志, 2017, 36(3): 86-91.
[23]Mehrdad Agha Mohammad Ali Kermani,Seyed Farshad Fatemi Ardestani,Alireza Aliahmadi, et al. A novel game theoretic approach for modeling competitive information diffusion in social networks with heterogeneous nodes[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2017, 466: 570-582.
[24]丁学君,刘思奇. 基于演化博弈的在线社会网络谣言传播行为研究[J]. 运筹与管理, 2020, 29(11): 11-21.
[25]Dmitry Zinoviev,Vy Duong,Honggang Zhang. A game theoretical approach to modeling information dissemination in social networks[J]. Arxiv Preprint Arxiv:1006.5493, 2010.
[26]顾秋阳,琚春华,鲍福光. 融入用户偏好选择的社交网络谣言传播和控制的演化博弈模型研究[J]. 情报科学, 2020, 38(7): 59-68.
[27]刘亚州,潘晓中,付伟. 基于节点从众博弈的社交网络谣言传播模型[J]. 计算机工程, 2018, 44(10): 303-308, 313.
[28]殷飞,张鹏,兰月新,等. 基于系统动力学的突发事件网络谣言治理研究[J]. 情报科学, 2018, 36(4): 57-63.
[29]Sen Pei,Lev Muchnik,Jr José S Andrade, et al. Searching for superspreaders of information in real-world social media[J]. Scientific Reports, 2014, 4(1): 5547.
[30]杨先顺,周文娟,曹姝丹. 网络传播主体后现代伦理行为动机及其感知风险研究_杨先顺[J]. 现代传播(中国传媒大学学报), 2015, 37(1): 125-130.